

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-350853

(P2002-350853A)

(43) 公開日 平成14年12月4日 (2002.12.4)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード* (参考)

G 0 2 F 1/13363

G 0 2 F 1/13363

2 H 0 4 9

G 0 2 B 5/30

G 0 2 B 5/30

2 H 0 9 0

G 0 2 F 1/1337

G 0 2 F 1/1337

2 H 0 9 1

5 0 5

5 0 5

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2001-158527 (P2001-158527)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(22) 出願日 平成13年5月28日 (2001.5.28)

(72) 発明者 地崎 誠

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 山口 英将

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100092336

弁理士 鈴木 晴敏

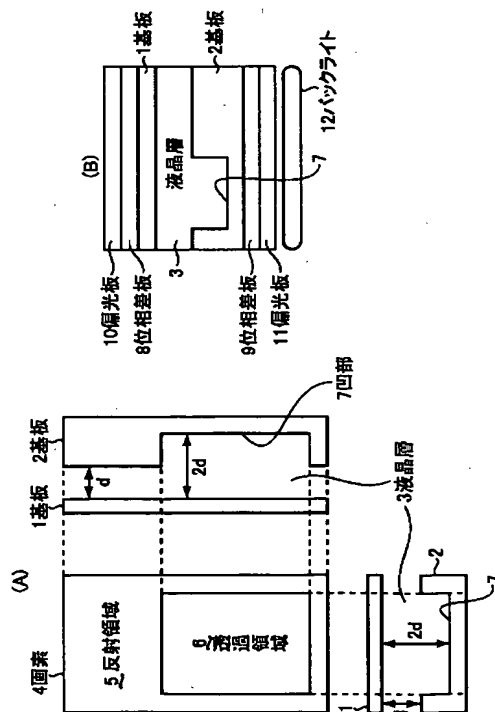
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示素子

(57) 【要約】

【課題】 反射透過併用型液晶表示素子において、透過表示モードにて高コントラスト、高透過率を示し且つ、反射表示モードでも高コントラスト、高反射率を両立させる。

【解決手段】 液晶表示素子は、光を透過可能な第一基板1と、反射領域5と透過領域6を含む画素4が形成された第二基板2と、間隙を介して互いに接合した第一基板1及び第二基板2に保持された液晶3とを有する。液晶3は、電圧無印加状態で基板1、2に対し垂直に配向している。垂直に配向した液晶3を挟む様に一对の位相差板8、9が配されている。一对の位相差板8、9は、可視域の波長帯に渡って互いに対称的な位相特性を有する。具体的には、一对の位相差板8、9は遅相軸が互いに交差しており、その交差角が $90^\circ \pm 10^\circ$ の範囲に設定されている。一对の位相差板8、9は、位相差の相対的なズレが $\pm 30 \text{ nm}$ 以内に抑制されている。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光を透過可能な第一基板と、反射領域と透過領域を含む画素が形成された第二基板と、間隙を介して互いに接合した第一基板及び第二基板に保持された液晶とを有する液晶表示素子であって、

前記液晶は、電圧無印加状態で基板に対し垂直に配向しており、

該垂直に配向した液晶を挟む様に一對の位相差板が配されており、

前記一對の位相差板は、可視域の波長帯に渡って互いに対称的な位相特性を有することを特徴とする液晶表示素子。

【請求項2】 前記一對の位相差板は遅相軸が互いに交差しており、その交差角が $90^\circ \pm 10^\circ$ の範囲に設定されていることを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子。

【請求項3】 前記一對の位相差板は、位相差の相対的なズレが $\pm 30 \text{ nm}$ 以内に抑制されていることを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子。

【請求項4】 前記液晶は、該透過領域にある部分の厚みが、該反射領域にある部分の厚みの二倍に設定されていることを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子。

【請求項5】 前記第一基板及び第二基板の少くとも片方が、該透過領域と該反射領域とで液晶の厚みを変える為に段差を有していることを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子。

【請求項6】 前記段差は、該第一基板及び第二基板の少くとも片方に形成した絶縁膜を該透過領域から選択的に除去して形成した凹部からなることを特徴とする請求項5記載の液晶表示素子。

【請求項7】 前記液晶は、該凹部を利用して配向制御されており、電圧印加に応じて垂直配向から多軸配向に切り換わることを特徴とする請求項6記載の液晶表示素子。

【請求項8】 前記凹部はその幾何学的な中心に対して点対称性を有することを特徴とする請求項6記載の液晶表示素子。

【請求項9】 前記液晶はカイラル剤が添加されており、電圧印加に応じて垂直配向からツイスト配向に変化することを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子。

【請求項10】 前記液晶は、電圧印加に応じて透過領域にある部分が多軸配向する一方、反射領域にある部分が一軸配向することを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子。

【請求項11】 前記液晶は、該透過領域に形成された電極スリット又は柱状体を利用して多軸配向に制御されることを特徴とする請求項10記載の液晶表示素子。

【請求項12】 前記柱状体は、該第一基板と第二基板の間隙を一定に規制するスペーサの役割を兼ねることを特徴とする請求項11記載の液晶表示素子。

【請求項13】 前記反射領域は、該液晶を一軸配向する為にラビング処理が施されている一方、前記透過領域はラビング処理が施されていないことを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子。

【請求項14】 紫外線の選択照射により、該透過領域と該反射領域とで表面状態に差異を生じさせ、もって該透過領域と該反射領域とで液晶の配向状態を異ならしめることを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ノートパソコン、携帯端末、携帯型VTR装置、デジタルスチルカメラなどに幅広く使用されている液晶表示素子に関する。液晶表示素子の中でも、反射型と透過型の機能を兼ね備えた液晶表示素子に関する発明である。反射及び透過機能をもつことは、屋内、屋外でも視認性に優れる液晶表示素子であることを意味する。よって携帯端末、携帯VTR、デジタルスチルカメラなどの液晶表示素子に有効である。

【0002】

【従来の技術】電気信号で変調し表示内容を書きかえることのできるフラットディスプレイとして様々なものが開発、生産されている。近年、研究開発が盛んな自発光型表示素子としては、OLED (Organic Light Emitting Diode)、プラズマディスプレイ、FED (Field Emission Display) が挙げられる。

【0003】このような自発光型ディスプレイは屋内では、液晶ディスプレイと比較して輝度が明るいために視認性に優れる。しかし、屋外においては自発光するディスプレイの輝度よりも、屋外の環境の方が明るくなることが多々ある。このような環境下では自発光表示素子の視認性は著しく悪くなる。

【0004】また自発光型ディスプレイは、駆動に要する電流、電圧が比較的大きくなり消費電力が大きくなる傾向がある。消費電力が大きくなると携帯電話や携帯VTR、デジタルスチルカメラ等の携帯端末等の表示素子には適さない。

【0005】これに対して反射型液晶ディスプレイは、自らは発光せず外光を利用して表示するために屋外の十分に明るい環境下でも視認性が悪くなることはなく、むしろ明るさは増し視認性は良くなる。また反射型液晶ディスプレイは、透過型液晶ディスプレイとは異なりバックライトを要さないために消費電力も小さく携帯用装置の表示素子に最適である。

【0006】しかし、反射型液晶ディスプレイは屋外で明るい環境下での視認性に優れるが、夜になり暗い環境になったときには、発光しないために当然暗くなり視認性も悪くなる。反射型液晶ディスプレイは、周辺環境の明るさが、そのままディスプレイの明るさに反映される

(3)

3

ので当然である。

【0007】そこで、携帯端末等のディスプレイとしては、屋外においても屋内においてもどのような環境下でも視認性に優れる表示素子が求められることになる。このような目的を達成するための表示素子の一つとして、透過反射併用型の液晶ディスプレイが挙げられる。この透過反射併用型液晶ディスプレイは、一般に次の二つの方法で実現されている。

【0008】一つ目は、特開昭59-218483号公報にあるようなものである。これは、バックライトと液晶層の間に薄い金属膜からなる半透過性反射膜を配置することで、透過及び反射モードを兼ねる手法である。しかし、このモードは原理的に透過モードと反射モードを両立して最適化することはできない。つまり、透過モードと反射モードで同じ液晶層を用いるために、透過モードを優先した光学設計を行うと反射モードの視認性が落ち、反射モード優先の光学設計を行うと透過時の光学特性が悪くなる。

【0009】二つ目は、特開平11-242226号公報にある。これは、反射部と透過部を画素面積内で分割することで、反射透過併用モードを実現している。また、透過部と反射部の液晶の配向状態を異なるようにして、良好な光学特性を反射及び透過時で得られるような工夫をしている。

【0010】具体的には、画素内の反射部と透過部の液晶層の厚さを変えて最適化している。つまり可視域の波長における電圧オン時とオフ時の位相差を、透過部入/2、反射部入/4に設定することで、反射透過部ともに高い反射率、透過率、高コントラストを達成している。即ち、透過部の液晶の厚みは、反射部の液晶の厚みの二倍としている。

【0011】特願平9-359036号や特願平10-364247号においては、液晶モードとして①2色性色素をドープしたゲストホストタイプや、②ツイスト配向モード、③ホモジニアス配向モード等が紹介されている。透過領域と反射領域とで液晶層の厚みに差を付けることに重点が置かれている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】ここで、発明者らは、透過領域と反射領域の液晶層の厚さを変えて、①②③の液晶モードのパネルをそれぞれ試作して検討を行った。特に実用に最も近いと考えられる③に関しては詳細に検討した。

【0013】①ゲストホストモードを用いた反射透過併用型液晶素子を作製し評価を行った。その結果、偏光板を用いないために反射率、透過率の高いことを確認できた。しかし2色性色素の2色比が十分でないために、黒レベルが十分に沈むことができずコントラスト不足であることが分かった。

【0014】②のツイスト配向モードを反射透過型併用

4

液晶表示素子に適用してパネルを作成して評価を行った。その結果ツイスト配向処理を行った場合には、透過領域と反射領域との境界における液晶の配向の制御が困難であることが分かった。

【0015】③のホモジニアスモードの評価を行った。ホモジニアスモードとは、基板に対して液晶分子が水平（平行）に配向するものである。面内での液晶配向方向はラビング処理などにより一方向に制御されることが多い。上下のラビングの方向がアンチパラレル方向になっている。水平モードを用いると透過部と反射部に段差があった場合に、正確にリタデーションがその差に比例して得られる利点がある。つまり反射部の液晶層の厚みを透過部の半分にすれば、リタデーションの差も半分になる。尚、水平モードには誘電率異方性が正の液晶材料を用いる。

【0016】液晶を水平配向させた反射透過併用型タイプをノーマリーホワイトモードとなるように光学設計したパネルについて本発明者らは試作検討を重ねた結果、次に示すような欠点があることを認識した。

【0017】水平モードでは、液晶パネルに5Vのオン電圧を印加しても液晶は完全に垂直には立たず、リタデーションが残留することが明らかとなった。残留するリタデーションは約60mm程度である。

【0018】黒レベルを下げるために残留するリタデーションと等価な位相差板を偏光板間に挿入することでコントラスト向上を図ることができる。しかし、残留するリタデーションはセル厚に依存するものであり一定ではない。また位相差板もポリマーを遠心処理して作製したものであり、リタデーション値にバラツキがあり一定ではない。そのために、両者が完全に打ち消し合うことは非常に困難である。

【0019】また、液晶材料の屈折率の波長分散と位相差板の波長分散が完全に同等になることはありえない。

【0020】これらの理由から水平モードでは、高コントラストを得ることは非常に困難であると発明者らは結論づけた。

【0021】仮に高いコントラストが得られたとしても、黒を表示するために位相差板が1枚必要になることは、コスト増を招く。特に位相差が数10mmといった小さい位相差板は、その製造プロセスが微妙になりコストも高い。

【0022】次に、視野角についても評価を行った。水平配向モードは、ラビング処理等により液晶の配向方位は一方向に制御されている。よって液晶分子の立ちあがる方向は一方向である。

【0023】液晶分子が立ちあがる方向から見ると、液晶のリタデーションは大きくなる。しかしその方位の逆方向（180°回転）から観察すると液晶のリタデーションは小さくなってしまう。このように、電界により一方向のみに液晶分子が傾斜する一軸配向モードは、観察

(4)

5

する方向で実効的なリタデーションが大きく異なってしまう。

【0024】観察する方向でのリタデーションの違いが、見る方向による“画”の違いを生じさせるのは言うまでもない。つまりリタデーションの視角依存性が大いだと、パネルの視認性の視野角特性も当然悪くなるのである。発明者らは、実験においても水平モードの視野角特性が原理的に非常に悪いことを確認した。その原理は上記に説明した理由からである。このように発明者らは、水平モードは反射透過型液晶表示素子に適しないと認識した。

【0025】本発明で解決しようとする課題は反射透過併用型液晶表示素子に関し、透過表示モードにおいて高コントラスト、高透過率を示し且つ、反射表示モードにおいても高コントラスト、高反射率を両立させることである。また、透過モード反射モード両者において広視野角を両立させることである。

【0026】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決する為に、以下の手段を講じた。即ち、本発明は、光を透過可能な第一基板と、反射領域と透過領域を含む画素が形成された第二基板と、間隙を介して互いに接合した第一基板及び第二基板に保持された液晶とを有する液晶表示素子であって、前記液晶は、電圧無印加状態で基板に対し垂直に配向しており、該垂直に配向した液晶を挟む様に一對の位相差板が配されており、前記一對の位相差板は、可視域の波長帯に渡って互に対称的な位相特性を有することを特徴とする。具体的には、前記一對の位相差板は遅相軸が互いに交差しており、その交差角が $90^\circ \pm 10^\circ$ の範囲に設定されている。又、前記一對の位相差板は、位相差の相対的なズレが $\pm 30\text{ nm}$ 以内に抑制されている。

【0027】好ましくは、前記液晶は、該透過領域にある部分の厚みが、該反射領域にある部分の厚みの二倍に設定されている。例えば、前記第一基板及び第二基板の少くとも片方が、該透過領域と該反射領域とで液晶の厚みを変える為に段差を有している。この場合、前記段差は、該第一基板及び第二基板の少くとも片方に形成した絶縁膜を該透過領域から選択的に除去して形成した凹部からなる。前記液晶は、該凹部を利用して配向制御されており、電圧印加に応じて垂直配向から多軸配向に切り換わる。前記凹部はその幾何学的な中心に対して点対称性を有する。

【0028】好ましくは、前記液晶はカイラル剤が添加されており、電圧印加に応じて垂直配向からツイスト配向に変化する。又、前記液晶は、電圧印加に応じて透過領域にある部分が多軸配向する一方、反射領域にある部分が一軸配向する。又、前記液晶は、該透過領域に形成された電極スリット又は柱状体を利用して多軸配向に制御される。例えば、前記柱状体は、該第一基板と第二基

6

板の間隙を一定に規制するスペーサの役割を兼ねる。好ましくは、前記反射領域は、該液晶を一軸配向する為にラビング処理が施されている一方、前記透過領域はラビング処理が施されていない。場合によっては、紫外線の選択照射により、該透過領域と該反射領域とで表面状態に差異を生じさせ、もって該透過領域と該反射領域とで液晶の配向状態を異ならしめると良い。

【0029】発明者らは、前述した課題を解決する手段として様々な液晶モードを検討した結果、本発明の様に、液晶分子が基板に対して垂直方向に配向する垂直配向モードが最適であると断定した。このモードに用いる液晶材料は、屈折率異方性が液晶の長軸方向に平行なのに対して、誘電率異方性は液晶の長軸方向に対して直交する特徴を持つ。この垂直配向の特徴と光学設計を最適化することで、高コントラスト、高透過率／高反射率及び広視野角が、反射表示と透過表示の両者で得られることが分かった。その設計方法と原理は、上記の通りである。即ち、垂直配向モードの液晶パネルを挟む一對の位相差板が、可視域の波長帯に渡って互に対称的な位相特性を有することが重要である。具体的には、一對の位相差板は遅相軸が互いに交差しており、その交差角が $90^\circ \pm 10^\circ$ の範囲に設定されている。又、一對の位相差板は、位相差の相対的なズレが $\pm 30\text{ nm}$ 以内に抑制されている。

【0030】垂直配向を用いて、特に透過領域の液晶層の厚さを反射領域の液晶層の厚さの約2倍にしたセル構造を得ることで透過、反射モードの表示を行うことが好ましい。電界オフ時は液晶が垂直配向しているのでリタデーションはない。電界オン時は液晶が傾斜するのでリタデーションが発生する。この時のリタデーション値を透過領域で $\lambda/2$ 、反射領域で $\lambda/4$ となるように、セル厚と反射領域及び透過領域の段差を設計する。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態を詳細に説明する。図1は本発明に係る液晶表示素子の基本的な構成を示す模式図であり、(A)は三面図、(B)は断面図である。図1に示す様に、本発明に係る液晶表示素子は、光を透過可能な第一基板1と、反射領域5と透過領域6を含む画素4が形成された第二基板2と、間隙を介して互いに接合した第一基板1及び第二基板2に保持された液晶3とを有する。前記液晶3は、電圧無印加状態で基板1、2に対し垂直に配向している。該垂直に配向した液晶3を挟む様に一對の位相差板8、9が配されている。尚、さらにその外側には、一對の偏光板10、11が配されている。加えて、偏光板11の外側には、バックライト12が配されている。ここで、前記一對の位相差板8、9は、可視域の波長帯に渡って互に対称的な位相特性を有することを特徴とする。具体的には、前記一對の位相差板8、9は遅相軸が互いに交差しており、その交差角が $90^\circ \pm 10^\circ$ の範

(5)

7

囲に設定されている。又、前記一对の位相差板8, 9は、位相差の相対的なズレが $\pm 30 \text{ nm}$ 以内に抑制されている。

【0032】好ましくは、前記液晶3は、該透過領域6にある部分の厚み $2d$ が、該反射領域5にある部分の厚み d の二倍に設定されている。例えば、前記第一基板1及び第二基板2の少くとも片方が、該透過領域6と該反射領域5とで液晶3の厚みを変える為に段差を有している。この場合、前記段差は、該第一基板1及び第二基板2の少くとも片方に形成した絶縁膜を該透過領域6から選択的に除去して形成した凹部7からなる。前記液晶3は、該凹部7を利用して配向制御されており、電圧印加に応じて垂直配向から多軸配向に切り換わる。前記凹部7はその幾何学的な中心に対して点対称性を有する。

【0033】好ましくは、前記液晶3はカイラル剤が添加されており、電圧印加に応じて垂直配向からツイスト配向に変化する。又、前記液晶3は、電圧印加に応じて透過領域6にある部分が多軸配向する一方、反射領域5にある部分が一軸配向する。例えば、前記液晶3は、該透過領域6に形成された電極スリット又は柱状体を利用して多軸配向に制御できる。この場合、前記柱状体は、該第一基板1と第二基板2の間隙を一定に規制するスペーサの役割を兼ねることが出来る。好ましくは、前記反射領域5は、該液晶3を一軸配向する為にラビング処理が施されている一方、前記透過領域6はラビング処理が施されていない。場合によっては、紫外線の選択照射により、該透過領域6と該反射領域5とで表面状態に差異を生じさせ、もって該透過領域6と該反射領域5とで液晶の配向状態を異ならしめると良い。

【0034】(B)に示す様に、反射モードで高コントラストを得るためには、位相差板8として、広帯域 $\lambda/4$ 板を用いる方法が有効である。液晶層3のリタデーションをなくして偏光板10と広帯域 $\lambda/4$ 板8だけで黒を表示する方法である。 $\lambda/4$ 板8が広帯域で $\lambda/4$ 条件を満たす。入射光は、基板2の反射領域で反射して二度 $\lambda/4$ 板8を通過するので直線偏光が 90° 回転することになる。つまり偏光板10から入った直線偏光は全く出射しないことになり、黒レベルが沈んで高いコントラストを得ることができる。発明者らは、この方法を用いることが有効と判断した。つまり液晶表示素子の前面側には偏光板10と $\lambda/4$ 板8を配置する構造とした。液晶層3は、垂直配向である。垂直配向は電界オフ時に液晶分子が垂直配向しているためにリタデーションはない。よって反射モードはノーマリーブラックモードである。

【0035】反射モードをノーマリーブラックモードで設計した場合、当然透過モードも同様にノーマリーブラックモードに設計する必要がある。透過モードをノーマリーブラックモードにするには、次のことが必要となる。透過モードで有効な偏光板、位相差板の配置方法を

8

同じく図1の(B)に示す。パネル裏面側に、パネル表面に配置した $\lambda/4$ 板8と全く等価な位相差板9を 90° 回転して配置するか、 90° 回転して得られる位相差板9と同じ光学効果をもつ位相差板を配置することが必要である。これは、図1の(B)に示す構造において、バックライト12からの出射光の伝播状態を解析することから明らかになる。

【0036】透過領域6における光の伝播を解析する。バックライト12からでた光は、偏光板11により直線偏光に変換される。次に裏面の $\lambda/4$ 位相差板9により円偏光に変換される。次に、液晶層3を通過するときには、液晶が垂直配向しているため位相差が無く偏光状態は変わらない。次に位相差板9に対して光軸が 90° 回転した表面側の位相差板8を通過する。このとき、円偏光は直線偏光に変換されて、その偏光方向は偏光板11を通過した時と全く同じ方向をとる。偏光板11と偏光板10とは直交しているために、光は偏光板10を透過せず黒を示す。この時の黒レベルは、偏光板をクロスニコル配置した時と同等であり、非常に黒レベルの透過光強度は小さく、透過モード時に高コントラストを容易に得ることができる。

【0037】尚、一对の位相差板8, 9や、一对の偏光板10, 11を上記のように各々 90° 直交させずに、パラレルにしてもノーマリーブラックモードでの駆動が可能である。その原理は、 $\lambda/4$ 位相差板2枚で、 $\lambda/2$ 板を形成することで、入射した直線偏光を 90° 回転させることにより実現できる。しかし位相差板2枚で可視域波長領域において $\lambda/2$ 条件を満たすことは非常に困難である。平行に配置するよりは、上記のように直交させるほうが容易に暗状態を得ることができる。

【0038】一对の位相差板を直交配置させた場合に、 $\lambda/4$ 位相差板8と $\lambda/4$ 位相差板9とは可視域の波長帯において全く等価な位相差を持つことが必要である。それは、すべての波長の光において $\lambda/4$ 位相差板8と $\lambda/4$ 位相差板9とが打ち消し合うことで、黒を表示するからである。

【0039】反射モードでも、表面側の $\lambda/4$ 位相差板8は用いるので、広帯域の $\lambda/4$ 板であることが必要である。もっとも理想的な位相差板の構成は次に示す構造である。即ち、 $\lambda/4$ 位相差板8と9ともに可視域波長の全体において $\lambda/4$ の位相差を持つこと、及び、 $\lambda/4$ 位相差板8, 9の光軸が 90° の角度をなして配置されることである。

【0040】 $\lambda/4$ 位相差板8, 9は一軸性の位相差板であってもよいし、二軸性の位相差板であっても構わない。しかし、面内の位相差に関しては上記のような二条件を満たすことは必要である。

【0041】視野角を広げるために、 $\lambda/4$ 位相差板8, 9の他に屈折率異方性が負である位相差板を配置しても構わない。しかし、面内の位相差に関しては同じく

(6)

9

上記のような条件を満たすことは必要である。

【0042】尚、透過領域6において、電圧を印加すると液晶3は垂直配向から多軸配向に移行し、 $\lambda/2$ 位相差板として機能する。従って、入射直線偏光は、 90° 回転して出射直線偏光となり、表面側の偏光板10を通過する。よって、白表示が得られる。又、反射領域5において、電圧を印加すると液晶3は垂直配向から一軸配向に移行し、 $\lambda/4$ 位相差板として機能する。反射領域では光が往復するので、結局液晶3は透過領域と同じく往復で $\lambda/2$ 位相差板と等価になり、入射直線偏光は、 90° 回転して出射直線偏光となり、表面側の偏光板10を通過する。よって、白表示が得られる。前述した様に、液晶3は、透過領域6にある部分の厚みが、反射領域5にある部分の厚みの二倍に設定されており、透過領域6では電圧印加に応じて $\lambda/2$ 位相差板として機能し、反射領域5では電圧印加に応じて $\lambda/4$ 位相差板として機能する。

【0043】発明者らは、特に透過時の視野角特性を広げるために有効な液晶配向方法について検討した。その結果、図2に示すように電界無印加状態においては垂直配向をとり、電界を印加して液晶分子を傾斜させる。その傾斜方向を 360° 面内に均等に分布させ、所謂放射配向又は多軸配向とすることで、視野角を大幅に拡大できることが分かった。反射部、透過部の配向をこのように制御することで両モードの視野角を飛躍的に向上させることができる。特に透過部の配向を上記した様に制御することが反射部より効果が大きいことを確認した。反射部は、傾斜方向が一様であっても散乱反射板等を設置することで広視野角化が可能であるためである。

【0044】液晶の配向方向を様々な方向に制御する技術は既に検討されており、例えば、Y. Toko et. Al., SLD'93 Digest of Tech. Papers, 24 (1993) 622がある。TNモードにおいて、ラビング処理を行わないことで、液晶の配向方向に分布を持たせることを特徴とする技術である。

【0045】垂直配向においても同様な技術として、T. Yamamoto et. Al., SLD'91 Digest of Tech. Papers, 22 (1991) 1081などが報告されている。この技術は、電界を利用して液晶分子を放射状に傾斜させることで視野角を向上させるものである。

【0046】垂直配向モードにおいて液晶の配向方位を 360° あらゆる方向に分布させることで視野角を向上しつつ、透過率を向上させる技術が報告されている。

Y. Iwamoto, et. al SLD'00 Digest of Tech. Papers, 31 (2000) 902である。この報告では、液晶配向方向を電界で放射状に分布させることで視野角を広くしつつ、 $\lambda/4$ 板を偏光板の前後に配置することで透過率を向上さ

10

せている。原理は、 $\lambda/4$ 板を導入することで透過率が液晶の配向方位に依存しなくなるためである。同時に液晶が偏光板と同一方向に配向した領域においても光が透過する特徴がある。

【0047】本発明においても、透過表示領域において $\lambda/4$ 板の配置が必要である。そのために、上述した Y. Iwamoto, et. al SLD'00 Digest of Tech. Papers, 31 (2000) 902の技術とを組み合わせることが可能である。すなわち、透過領域の液晶分子の配向状態を何らかの方法で全ての方位に分散させることで、視野角の向上と高い透過率を両立することが可能である。

【0048】尚、液晶の配向方向を 360° 方位に分散させる必要性はなく、一般に2方向、3方向、4方向等多軸に分割しても同様な効果が得られる。

【0049】透過表示領域の液晶分子を電界オン時にあらゆる方向に傾斜させる方法としては、様々な方法が提案できる。その中でも発明者らが特に有効と考えるのが、反射部と透過部に段差を設けて溝のような構造を導入する方法である。この構造は、同時に、透過領域にある液晶の厚みを、反射領域にある液晶の厚みの二倍に設定する条件を満たすことが望ましい。

【0050】具体的な構造としては、図3のような構造が考えられる。尚、理解を容易にする為に、図1に示した実施形態と対応する部分には対応する番号を付してある。本実施形態の場合、凹部7の形状は、透過部6の重心に対して対称性を持つことが望ましい。それは、液晶3の配向方位を重心から中心に向かって放射状に制御しやすいからである。その為に、図3に示す溝からなる凹部7が形成されている。凹部7があった場合には、液晶分子はその溝の傾斜角にそって配向することから、電界印加時に放射状に傾斜させるための制御に最適である。

【0051】透過部6のほぼ重心に相当する位置には、電界オン時に放射状の配向を誘起するような核を配置することが望ましい。核の配置は液晶を保持する基板のどちら側にあっても構わない。核としては、電極をパターンニングして取り除いたものや、図示の様に平坦化膜などで突起13をフォトリソ工程で作製したものでもよい。尚、突起物で核を作製する場合は、その突起が2枚の基板1、2間を保持するためのスペーサ機能を兼ねることも可能である。

【0052】発明者らが提案する反射透過併用型液晶素子の透過領域における液晶の配向制御を上記のように行うことで、透過モードにおいて広視野角、高透過率を実現できることが以下の実施例から明らかである。

【0053】先ず実施例1のパネル断面構造を図4に示す。尚、理解を容易にする為に、図1に示した実施形態と対応する部分には対応する番号を付してある。本液晶表示素子は、カラーフィルタ基板1とTFT (Thin Film Transistor) 基板2の2枚から

(7)

11

なる。2枚の基板1、2間はスペーサ22を介して液晶3を挟みこむ構造をとる。

【0054】TFT基板2には、画素4をアクティブ駆動するためのTFT素子21が形成されている。又、TFT素子21に接続するゲート線G及び信号線Sも形成されている。TFT21上に平坦化層23として透明な感光性樹脂がパターンニングされている。平坦化膜23の厚さは約2.0 μ mである。平坦化膜23は透過領域6には残らないようにパターンニングする。透過領域6は正八角形の形状を取る凹部7を有している。平坦化膜23上には透明電極24であるITOが画素全域に形成されている。透明電極24上の画素の反射領域5には凹凸構造の光散乱効果のある構造を感光性樹脂でパターンニングにより形成している。反射領域5には、凹凸構造の上に電極と反射板を兼ねるA1金属膜25を形成する。このTFT側の画素構造で、トランジスタのドレイン電極とITO、A1とは物理的に接触を取るような構造になるようにパターンニングする。

【0055】カラーフィルタ(CF)基板1には、赤(R)、緑(G)、青(B)のカラーフィルタ29がストライプ状に形成されている。そのカラーフィルタ29の上には、100nm厚の透明電極27がITOで形成されている。CF側基板1には、ITO上に円錐状の突起13を形成した。突起13の作成は感光性樹脂をフォトリソグラフィ処理で作りこんだ。感光性材料をスピンコートとして、露光現像した後に180℃でミッドベイクすることで円錐に近い構造とした。突起13の大きさは半径5 μ mで高さは1.5 μ mとした。突起13は重ね合わせた時に、TFT基板2の八角形の透過領域6の中心に位置するように配置した。

【0056】TFT基板2、CF基板1ともに垂直配向膜26、28を配向剤JALS-2021(JSR(株))により50mm印刷方法で製膜する。その後、180℃1時間オープンで熱処理を行う。熱処理後にTFT基板2、CF基板1が重ね合わせた時にお互いのラビング方向がアンチパラレルになるような方位に配向膜26、28のラビング処理を行う。

【0057】ラビング処理を施したTFT基板2に共通電極接続用の導電剤塗布を行い、2.0 μ mのアクリル系スペーサ22を散布した。CF基板1にはシール材を塗布した。TFT基板2とCF基板1とを重ね合わせて13.3Pa、120℃で2時間放置して接着させる。重ね合わせ後に、透過部6の厚さが4.0 μ m、反射部5が2.0 μ mとなっていることを確認した。

【0058】空パネルに真空注入方法で液晶3を注入する。注入した液晶3は、誘電率異方性が負の液晶材料である。誘電率異方性($\Delta\epsilon$)は-5.5である。屈折率異方性(Δn)は0.08である。

【0059】この後、位相差板及び偏光板をパネルに貼り合わせた。上から順に偏光板10(観察側)、位相差

12

板81、位相差板82、液晶層3、位相差板91、位相差板92、偏光板11(バックライト側)を重ねた積層構造となっている。観察側に位置する位相差板81と位相差板82とで $\lambda/4$ 波長板を構成している。又、バックライト側の位相差板91及び92で他の $\lambda/4$ 波長板を構成している。

【0060】図5は、図4に示した実施例1のパネル構造を表にして模式的に表わしたものである。図示する様に、実施例1に係る液晶表示素子は、上から順に偏光板(観察側)、位相差板1、位相差板2、液晶層、位相差板3、位相差板4、偏光板(バックライト側)を重ねた積層構造となっている。観察側に位置する位相差板1と位相差板2とで $\lambda/4$ 波長板を構成している。又、バックライト側の位相差板3及び4で他の $\lambda/4$ 波長板を構成している。観察側の位相差板1とバックライト側の位相差板4とが、互いに対応しておりそれぞれ位相差が270nmと等しい。又、位相差板2と位相差板3とが対応しており、それぞれ位相差が140nmで等しくなっている。互いに対応する位相差板1、4の遅相軸は90°で直交している。同様に、位相差板2、3の遅相軸も互いに直交している。加えて、観察側の偏光板とバックライト側の偏光板とも、吸収軸が互いに直交している。

【0061】係る構造のパネルにおいて、透過モードでの測定結果も図5に示されており、黒表示時の透過率が2.0%で、白表示時との比を表わすコントラストは150であった。本実施例の透過表示モードにおいて、位相差板1と位相差板4及び位相差板2と位相差板3は、位相差が等しく遅相軸が直交しており、最も暗状態の透過率が小さくなり且つコントラストが大きくなる。

【0062】尚、実施例1に係る反射透過型併用型液晶表示素子の光学特性は下記に示す定義に従って測定を行った。反射モード時の反射率とコントラストは次に示す定義で測定した。即ち、反射率はパネル法線方向から30度の平行光を入射させて法線方向の反射強度を持って定義した。ただし反射率100%の反射強度は、標準白色板(MgO)の反射率をとした。反射モードのコントラストは、4.5V印加時の反射率を印加しないときの反射率で割った値で定義した。透過モードの透過率とコントラスト、視野角は次に示す定義で測定した。透過モードの透過率は、4.5V印加時の液晶パネル透過後の透過光強度をバックライト光強度で割った値で定義する。コントラストは、4.5V印加時の透過光強度を電圧無印加状態の透過光強度で割った値である。

【0063】図6は、図5に示した各位相板及び偏光板の配置関係を模式的に表わしている。図6に示した双頭矢印は、各位相板の遅相軸及び偏光板の吸収軸の方位を表わしている。この方位は、水平軸を基準にして反時計方向に測定されており、その角度数値が図5の表にまとめられている。図6の模式図から明らかな様に、互いに対応する位相差板1と位相差板4の遅相軸は直交して

(8)

13

おり、位相差板2と位相差板3の遅相軸も互いに直交している。又、観察側の偏光板1とバックライト側の偏光板2の吸収軸も互いに直交している。加えて、TFT基板側のラビング方向とCF基板側のラビング方向はアンチパラレルの関係になっている。

【0064】図7は、実施例2の構成を表にまとめたものである。実施例2は、図5に示した理想構造である実施例1と基本的に同様な構成を有している。異なる点は、位相差板1の遅相軸を $100^{\circ} \sim 120^{\circ}$ の間で 2° 刻みで変化させたことである。

【0065】この条件で実施例2の透過モードにおける光学特性を測定した。その結果を図8に示す。前述した様に、実施例2では、位相差板1の遅相軸を $100^{\circ} \sim 120^{\circ}$ の間で 2° 刻みに変化させており、各々の角度で、透過率及びコントラストを測定している。

【0066】図9は、図8に示した透過率の測定結果をグラフ化したものである。横軸に位相差板1の遅相軸を取り、縦軸に透過率を取っている。グラフから明らかな様に、位相差板1の遅相軸が理想状態である 110° に設定されている時、透過率は2%まで上がる。これから

ずれるに従って、透過率は低下していく。

【0067】図10は、図8に示した実施例2のコントラストの測定結果をグラフ化したものである。横軸に位相差板1の遅相軸を取り、縦軸にコントラストを取っている。位相差板1の遅相軸が理想的な状態である 110° に設定されている時、コントラストは150で最も高くなる。一般に、コントラストは、最低で10は必要と考えられている。従って、位相差板の遅相軸は $100^{\circ} \sim 120^{\circ}$ の範囲で有効である。 110° を基準とすると、遅相軸のずれは $\pm 10^{\circ}$ の範囲に収まれば実用的に問題はない。

【0068】図11は、実施例3のパネル構造を表にしたものである。基本的には、実施例1と同様であるが、位相差板2の位相差を $110 \text{ nm} \sim 170 \text{ nm}$ の間で変化させて、透過モードの光学特性を測定した。

【0069】図12は、実施例3の透過モードにおける光学特性の測定結果を表わしている。

【0070】図13は、図12に示した測定結果の内、透過率の変化をグラフ化したものである。横軸に位相差板2の位相差を取り、縦軸に透過率を取っている。位相差板2の位相差が 135 nm の時、黒表示モードにおける透過率が最も高くなり、ピークから離れるに従って透過率は低くなる。しかし、その変化は全体的に小さな範囲に留まっている。

【0071】図14は、図12に示した実施例3の測定結果の内、コントラストの変化をグラフ化したものであり、横軸に位相差板2の位相差を取り、縦軸にコントラストを取っている。グラフから明らかな様に、位相差板2の位相差がちょうど理想的な状態である 140 nm の時、コントラストは最も高くなる。コントラストは前述

14

した様に最低でも10程度は必要であるが、好ましくは20より大きいことがよい。この場合、位相差板2の位相差はほぼ $110 \text{ nm} \sim 170 \text{ nm}$ の間に入っていれば、実用的に見て十分である。中央の 140 nm を基準とすると、位相差のずれは $\pm 30 \text{ nm}$ まで許容可能である。

【0072】本発明に係る垂直配向モードと、ホモジニアス配向モードとで光学特性の比較を行うために、ホモジニアス配向の反射透過併用型液晶表示素子を参考例として試作した。その光学構成を図15の表図にまとめている。

【0073】作製プロセスは実施例1で示したものとほとんど同じであるため、相違点のみ記載する。先ず実施例1で設けたCF基板側の突起物は、ホモジニアス配向モードでは設けなかった。次に、配向処理には垂直配向膜の代わりに水平配向する配向膜を用いた。具体的には、SE7492（日産化学）を用いた。ラビング方向は実施例1に示すものと同じ方向とした。又、注入する液晶は、誘電率異方性が正であり Δn が0.075のものを用いた。基板の重ね合わせは、 $2.0 \mu\text{m}$ の散布スペーサを用いて組み立てた。位相差板及び偏光板の構成は図15に示した通りである。

【0074】参考例の光学特性を実施例1と同一の条件で測定した。透過モードにおいて、透過率は2.0で、コントラストは80であった。この結果から明かなように、ホモジニアス配向の参考例と比較して、実施例1の垂直配向モードの方が、コントラストで優れることが確認できた。

【0075】続いて実施例4の形態を図16に示す。尚、理解を容易にする為、実施例1と対応する部分には対応する参照番号を付してある。実施例1において、CF側基板に設けた突起物の代わりに、透明電極27を円状にエッチングで取り除いた構造を用いた。このITOスリット50は、実施例1の突起物と同じ効果を生む。透過領域6の電界印加時の液晶配向状態を確認したところ、ITOスリットを中心にして放射状に液晶が配向していることを確認した。このように作製した液晶表示素子の光学特性を実施例1と同じ方法で評価した。透過モードにおいて、透過率は2.0で、コントラストは150であった。実施例1と同様な結果が得られることを確認した。

【0076】続いて実施例5の形態を図17に示す。尚、理解を容易にする為、実施例1と対応する部分には対応する参照番号を付してある。実施例1で設けた突起物に代えて、ITO上に十字状のリブ構造13を設けた。透過領域6の電界印加時の液晶配向状態を確認したところ、十字状のリブ構造13を中心にして放射状に液晶が配向していることを確認した。このように作製した液晶表示素子の光学特性を実施例1と同じ方法で評価した。透過モードにおいて、透過率は2.0で、コントラ

(9)

15

ストは150であった。実施例1と同様な結果が得られることを確認した。

【0077】実施例1で行った配向処理工程において、TFT基板のみラビング処理を行う場合と、CF側基板のみラビング処理を行った場合と、両基板にラビング処理を行わなかった場合で液晶表示素子を作製し、実施例6とした。片側基板のみラビング処理を行った場合は、液晶の配向状態は実施例1とほぼ同じであった。両基板ともにラビング処理を行わない場合は、透過領域の配向状態は実施例1よりも、より対称性に優れた放射状に配向することが確認できた。反射領域の配向も、散乱板の凹凸が液晶配向をランダムにする効果があり反射モードの視野角も広がった。ランダム配向になっているにも関わらず、反射率の低下は少なかった。このことは、本発明の効果が反射モードにおいても機能しているためである。このように作製した液晶表示素子の光学特性を実施例1と同じ方法で評価した。透過モードにおいて、透過率は2.0%で、コントラストは150であった。実施例1と同様な結果が得られることを確認した。

【0078】実施例7の形態を図18に示す。尚、理解を容易にする為、実施例1と対応する部分には対応する参照番号を付してある。実施例1で設けたCF基板上の突起物に代えて、高さ約4.0 μ mのスペーサ柱60を形成した。透過領域6は断面形状が正八角形で対角線を8 μ mとした。このCF基板1とTFT基板2とをスペーサ散布プロセスなしで、貼り合わせた。その結果、セル厚は散布スペーサと同様に透過部6が約4.0 μ m、反射部5は約2.0 μ mであることが分かった。同時に電界印加時に透過領域6の液晶の配向状態を観察したところ、スペーサ柱60を中心に放射状に液晶の配向が制御されていることも確認した。つまり本実施例では、突起物60がTFT基板2とCF基板1間を保つスペーサとして機能すると同時に、透過領域6を放射状に配向させるための核としても機能することが確認できた。このように作製した液晶表示素子の光学特性を実施例1と同じ方法で評価した。透過モードにおいて、透過率は1.85%で、コントラストは150であった。実施例1と同様な結果が得られることを確認した。尚、スペーサ柱60の部分が透過率に寄与しないために若干電圧オン時の透過率が小さくなるがその他のパラメータは実施例1と比較して遜色はない。

【0079】実施例8の形態を図19に示す。実施例1の配向処理のプロセスを変更し、次に示すような手法で液晶の配向制御を行った。即ち、TFT基板、CF基板ともに、垂直配向膜としてJALS2021(JSR)を印刷して180度で1時間ベイクする。その後、偏光した紫外線を配向膜に選択的に照射する。紫外線ランプには水銀ランプを用いた。紫外線の偏光は、誘電体多層膜を積層させたものを通過させることにより実現した。偏光紫外線は基板法線に対して45°の角度をなす

16

ような方位から照射した。また図19で定義する照射方向を、実施例1のラビング方向と同じ方向になるようにした。偏光紫外線は、マスクを用いることで反射部領域だけに選択的に照射を行った。照射した紫外線エネルギーは365nmで約1[J/cm²]である。上記した配向プロセスを行うことで、反射部のみに配向処理を行うことができた。このよう則に配向処理を行った両基板を貼り合わせて液晶表示素子を作製して、実施例1と同様な評価を行った。透過モードにおいて、透過率は2.0%で、コントラストは150であった。光学特性は、実施例1とほとんど同じであったが、透過領域は実施例1と比較して均一に配向分割されていることを光学顕微鏡で確認した。

【0080】実施例9としてカイラル材を混入した液晶を用いた。実施例1において、注入する液晶のみを変えてパネルを試作した。液晶材料自身は同じものを用いたが、液晶中にカイラル剤を混入してカイラルピッチを50 μ mに調整した。この液晶を実施例1と同じプロセスで注入して、実施例1と同じように実装して光学特性を評価した。透過モードにおいて、透過率は2.0%で、コントラストは150であった。光学特性は実施例1と遜色はないが人間の目で観察した結果、視野角特性が実施例1と比較して優れることを確認した。

【0081】

【発明の効果】本発明を用いることで、反射透過型併用液晶表示素子において次に示す効果が期待できる。

1. 反射表示領域において、高コントラスト、高反射率を両立することが可能となる。
2. 透過表示領域において、高コントラスト、高透過率、広視野角を実現可能となる。
3. 位相差板の設計がシンプルで、位相差板の枚数が最小2枚まで削減可能で、パネルを安価に作製することが可能となる。なお、位相板は一对に限られることなく、二対以上であっても良い。
4. 垂直配向のノーマリーブラックモードであるため、コントラスト対策の遮光処理を行う必要がない。遮光が必要ないことで開口率が大きくなり、高い反射率と透過率を実現できる。
5. 垂直配向モードは電圧-透過率カーブの閾値が大きい特徴がある。そのためにクロストークが認識しにくいという利点がある。
6. ラビング工程を省くことも可能であり、ラビング洗浄も省くことができる。二工程のプロセスが削減され、タクト時間が減ると同時に、ラビングによる歩留まり低下も防げる。同時にラビングによる粉塵発生も防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る液晶表示素子の基本的な構成を示す模式図である。

【図2】図1に示した液晶表示素子の液晶配向状態を示

(10)

17

す模式図である。

【図3】図1に示した液晶表示素子の変形例を示す模式図である。

【図4】本発明に係る液晶表示素子の実施例1を示す模式図である。

【図5】実施例1の構造を示す表面図である。

【図6】実施例1の構造を示す模式図である。

【図7】実施例2の構成を示す表面図である。

【図8】実施例2の光学特性の測定結果を示す表面図である。

【図9】実施例2の光学特性の測定結果を示すグラフである。

【図10】実施例2の光学特性の測定結果を示すグラフである。

【図11】実施例3の構造を示す表面図である。

18

【図12】実施例3の測定結果を示す表面図である。

【図13】実施例3の測定結果を示すグラフである。

【図14】実施例3の測定結果を示すグラフである。

【図15】参考例の光学設計を示す表面図である。

【図16】他の実施例を示す模式図である。

【図17】他の実施例を示す模式図である。

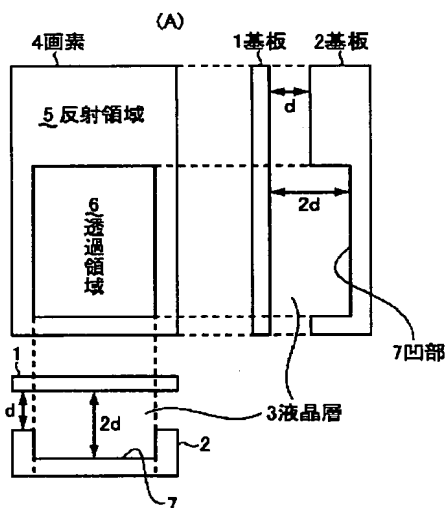
【図18】他の実施例を示す模式図である。

【図19】他の実施例を示す模式図である。

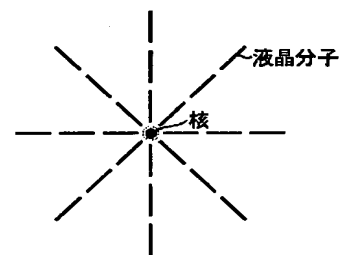
【符号の説明】

1・・・基板、2・・・基板、3・・・液晶層、4・・・画素、5・・・反射領域、6・・・透過領域、7・・・凹部、8・・・位相差板、9・・・位相差板、10・・・偏光板、11・・・偏光板、12・・・バックライト

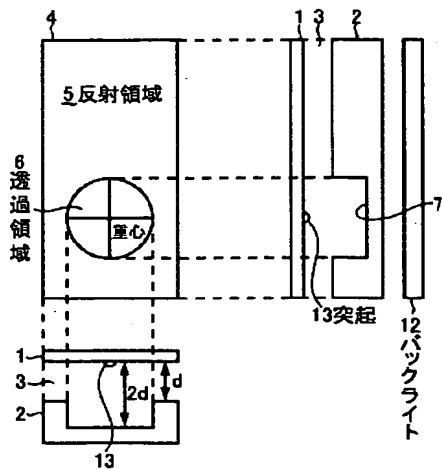
【図1】



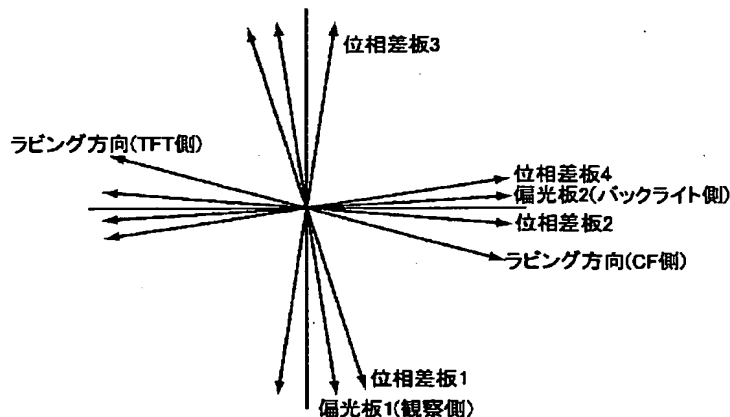
【図2】



【図3】

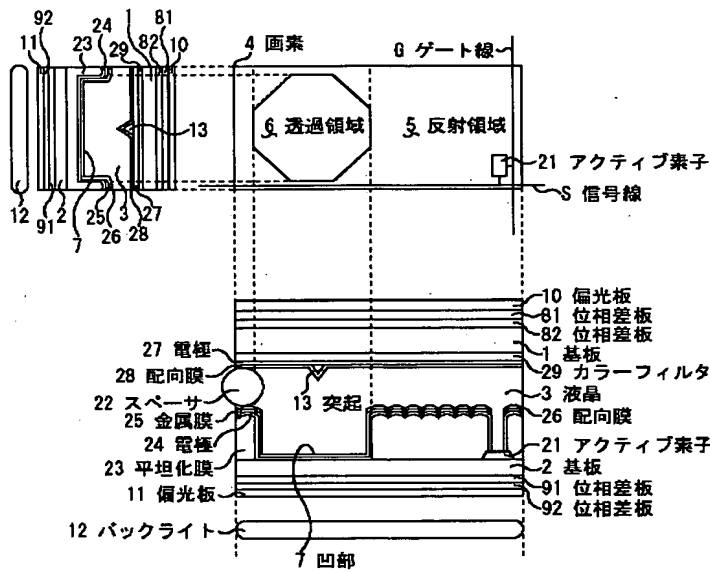


【図6】



(11)

【図4】

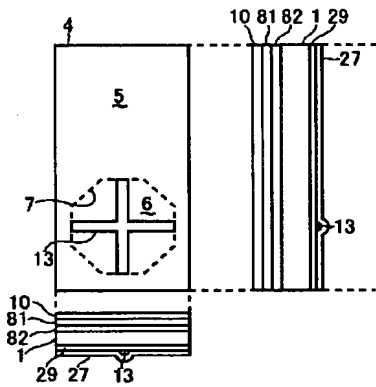


【図7】

実施例2の条件

実施例2の条件		実施例2
偏光板(観察側)	吸収軸	95°
位相差板1	位相差	270nm
	遅相軸	100° ~ 120°
位相差板2	位相差	140nm
	遅相軸	170°
垂直配向液晶	ラビング方向	150°
位相差板3	位相差	140nm
	遅相軸	80°
位相差板4	位相差	270nm
	遅相軸	20°
偏光板(BL側)	吸収軸	5°

【図17】



【図5】

実施例1の構造

実施例1	
偏光板(観察側)	吸収軸 95°
位相差板1	位相差 270nm
	遅相軸 110°
位相差板2	位相差 140nm
	遅相軸 170°
垂直配向液晶	ラビング方向 150°
位相差板3	位相差 140nm
	遅相軸 80°
位相差板4	位相差 270nm
	遅相軸 20°
偏光板(BL側)	吸収軸 5°

透過モード測定結果

透過モード	
透過率[%]	コントラスト
2.0	150

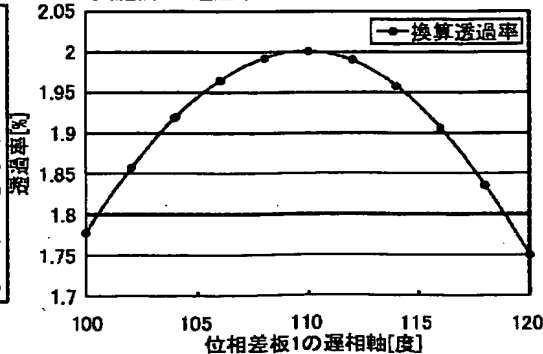
【図8】

【図9】

実施例2の測定結果

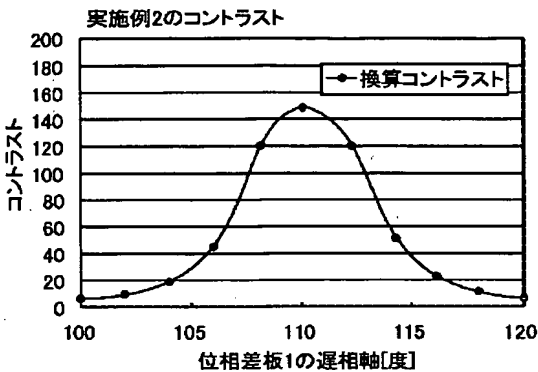
遅相軸[度]	換算透過率	換算コントラスト
100	1.786289257	7.54
102	1.864310258	12.09
104	1.925711448	21.88
106	1.969227319	49.41
108	1.994217107	120.00
110	2	150.00
112	1.986511922	120.00
114	1.954009179	49.11
116	1.903156563	21.65
118	1.834915219	11.91
120	1.750614733	7.39

実施例2の透過率



(12)

【図10】



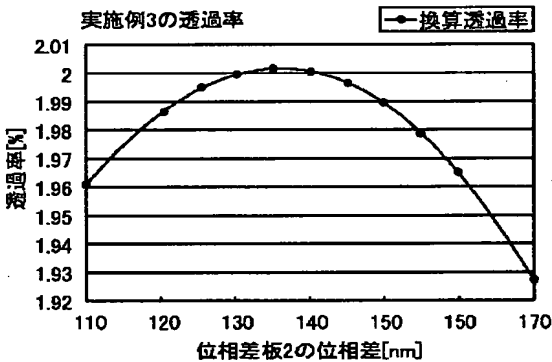
【図11】

実施例3の条件			実施例3
偏光板(観察側)	吸収軸		95°
位相差板1	位相差		270nm
	遅相軸		110°
位相差板2	位相差		110~170nm
	遅相軸		170°
垂直配向液晶	ラビング方向		150°
位相差板3	位相差		140nm
	遅相軸		80°
位相差板4	位相差		270nm
	遅相軸		20°
偏光板(BL側)	吸収軸		5°

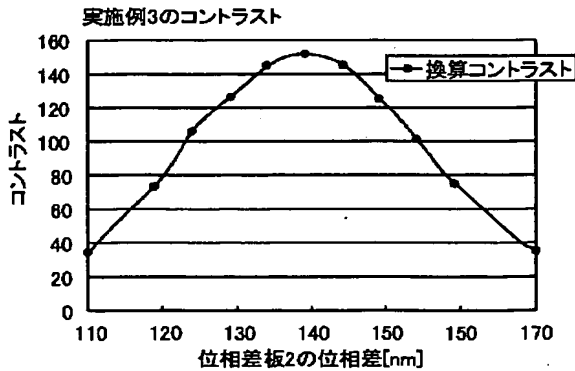
【図12】

実施例3の測定結果		
位相差[nm]	換算透過率	換算コントラスト
110	1.960	33.0
120	1.986	73.6
125	1.994	105.0
130	1.999	123.0
135	2.001	145.0
140	2.000	150.0
145	1.995	145.0
150	1.988	123.5
155	1.977	99.0
160	1.963	72.6
170	1.925	32.4

【図13】



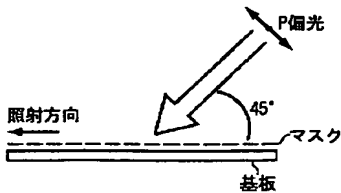
【図14】



【図15】

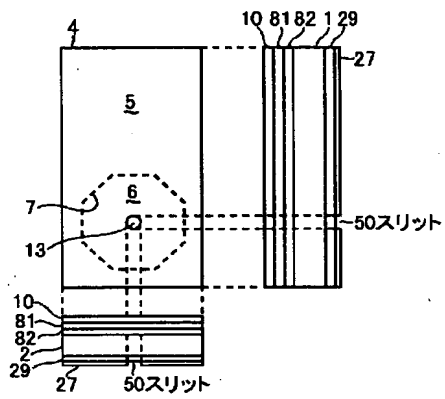
参考例の光学設計		ホモジニアス配向
偏光板(観察側)	吸収軸	160°
位相差板1	位相差	263nm
	遅相軸	175°
位相差板2	位相差	147nm
	遅相軸	55°
水平配向液晶	ラビング方向	150°
位相差板3	位相差	60nm
	遅相軸	60°
位相差板4	位相差	147nm
	遅相軸	145°
位相差板5	位相差	263nm
	遅相軸	85°
偏光板(バックライト側)	吸収軸	70°

【図19】

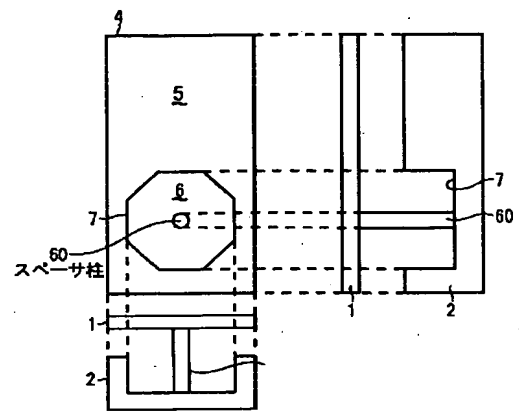


(13)

【図16】



【図18】



フロントページの続き

(72) 発明者 木田 芳利
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

Fターム(参考) 2H049 BA02 BA06 BA07 BB03 BC22
2H090 HA07 HB07X JA03 JC03
JC17 KA04 LA04 LA06 LA09
LA15 LA16 MA01 MA13 MB02
MB03
2H091 FA11 FA16Y FB08 GA06
GA13 HA18 LA11 LA13 LA17
LA18